

(43) 国際公開日
2006年5月11日 (11.05.2006)

PCT

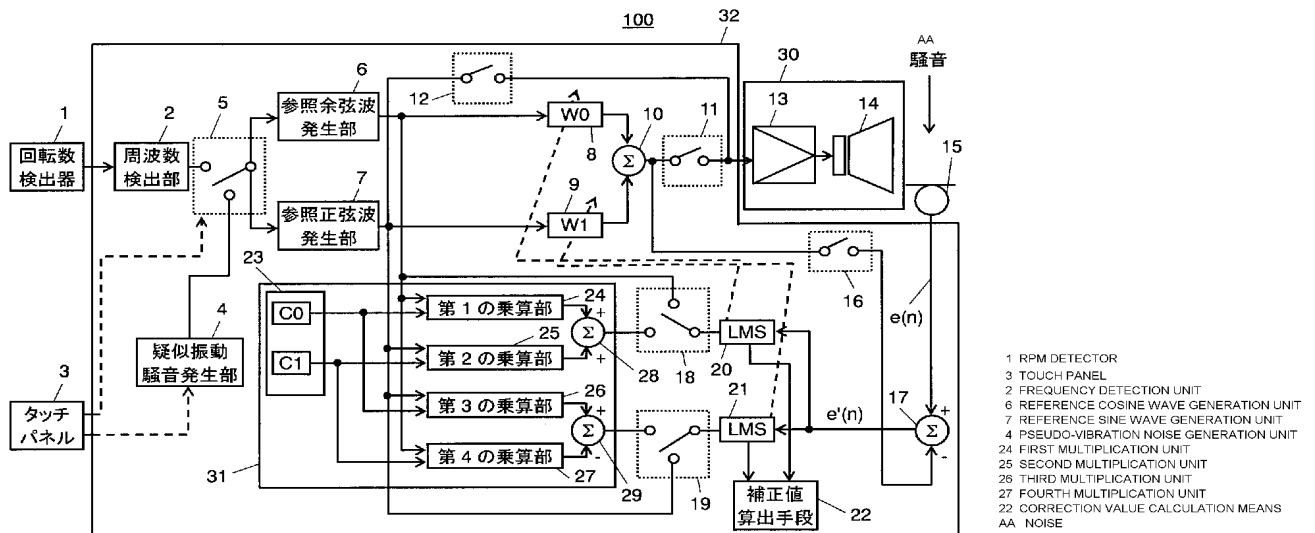
(10) 国際公開番号
WO 2006/049293 A1

- (51) 国際特許分類:
G10K 11/178 (2006.01) B60R 11/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/020407
- (22) 国際出願日: 2005年11月8日 (08.11.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-323362 2004年11月8日 (08.11.2004) JP
特願2005-160971 2005年6月1日 (01.06.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 舟山 敏之 (FUNAYAMA, Toshiyuki). 中村 由男 (NAKAMURA, Yoshio). 大西 将秀 (ONISHI, Masahide).
- (74) 代理人: 岩橋 文雄, 外 (IWAHASHI, Fumio et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006番地 松下電器産業株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ACTIVE NOISE REDUCTION DEVICE

(54) 発明の名称: 能動騒音低減装置



(57) Abstract: It is possible to obtain signal transmission characteristic from a power amplifier and a speaker to a microphone without using a special external measuring instrument and calculate a cosine correction value and a sine correction value without using an external computer. By using this cosine correction value and the sine correction value, it is possible to provide an active noise reduction device capable of actively reducing a vibration noise. A measurement mode is selected through a touch panel (3) and by using filter coefficients W0, W1 at which the error signal $e'(n)$ approaches zero, the cosine correction value C0 and the sine correction value C1 are calculated in advance by a correction value calculation unit (22) and the values C0 and C1 are stored in memory unit (23).

(57) 要約: 電力増幅器とスピーカからマイクロフォンの間の信号伝達特性が特別な外部計測器を用いることなく求められ、かつ、外部のコンピュータを用いることなく余弦補正值と正弦補正值が算出されるとともに、この余弦補正值と正弦補正值を用いることで振動騒音を能動的に低減可能な能動騒音低減装置を提供することを目的とする。タッチパネル(3)で測定モードを選択し、その時の誤差信号 $e'(n)$ (

[続葉有]



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

能動騒音低減装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両等から発生する振動騒音を能動的に低減する能動騒音低減装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、能動騒音低減装置は、まず、スピーカを含んだ振動騒音打消部からマイクروفオンを含んだ誤差信号発生部の間の信号伝達特性を特別な外部計測器を用いて求め、求めた信号伝達特性に基づいて、余弦補正值及び正弦補正值を外部のコンピュータを用いて算出する。次に求めた余弦補正值と正弦補正值を補正部のメモリ部に格納する。最後に、このメモリ部に格納した余弦補正值及び正弦補正值に基づいて、車両などから発生する振動騒音を能動的に低減するものが一般的に知られている。

[0003] なお、この出願の発明に関連する先行技術として、例えば、特開2000-99037号公報に紹介されている。従来の能動騒音低減装置は、振動騒音打消部と誤差信号発生部との間の信号伝達特性を特別な外部計測器を用いて求めなければならない。そして、この信号伝達特性の結果に基づいて余弦補正值及び正弦補正值を算出するためのコンピュータを用意しなければならないという不具合を有していた。

発明の開示

[0004] 本発明は、特別な外部計測器を用意しなくとも、振動騒音打消部から誤差信号発生部までの信号伝達特性を求めることができる能動騒音低減装置を提供する。かつ、コンピュータを用いることなく上記信号伝達特性の余弦補正值と正弦補正值を算出し、算出した余弦補正值と正弦補正值を補正部内のメモリ部に格納する。この余弦補正值と正弦補正值を用いて、振動騒音を能動的に低減可能な能動騒音低減装置を提供することを目的とする。

[0005] 本発明にかかる能動騒音低減装置は次の構成要素を備える。すなわち、
(a)通常モードと測定モードを選択するモード選択部、

(b)モード選択部で選択された通常モードに基づき、振動騒音源から発生する振動騒音周波数を検出する周波数検出部、

(c)モード選択部で選択された測定モードに基づき、振動騒音源から発生する振動騒音周波数に対応した所定の周波数範囲の信号を出力する擬似振動騒音発生部の出力信号と周波数検出部の出力信号のいずれかを選択して出力する第1のスイッチ部、

(d)第1のスイッチ部の出力信号が入力される参照余弦波発生部と参照正弦波発生部、

(e)振動騒音源からの振動騒音に基づき発生する発生振動騒音を相殺するために、参照余弦波発生部から出力される参照余弦波信号に基づいて第1の制御信号を出力する第1の適応ノッチフィルタ部、

(f)参照正弦波発生部から出力される参照正弦波信号に基づいて第2の制御信号を出力する第2の適応ノッチフィルタ部、

(g)第1の制御信号と第2の制御信号とがそれぞれ入力される第1の加算部、

(h)第1の加算部から出力される信号を振動騒音打消部に供給する第2のスイッチ部、

(i)参照余弦波信号または参照正弦波信号を振動騒音打消部に供給する第3のスイッチ部、

(j)第2のスイッチ部の出力と第3のスイッチ部の出力が入力される発生振動騒音を打ち消す振動騒音打消部、

(k)発生振動騒音と振動騒音打消部から出力される打消し音との干渉の結果生じる誤差信号を出力する誤差信号検出部、

(l)第1の加算部の出力を第2の加算部に供給する第4のスイッチ部、

(m)第4のスイッチ部の出力と誤差信号検出部の出力が入力される第2の加算部

(n)参照余弦波信号を第3の加算部に出力する第5のスイッチ部、

(o)参照正弦波信号を第4の加算部に出力する第6のスイッチ部、

(p)第2の加算部の出力信号と第5のスイッチ部の各出力信号とに基づいて第2の加算部の出力信号が最小となるように第1の適応ノッチフィルタ部のフィルタ係数を

算出し、このフィルタ係数をそれぞれ逐次更新する第1のフィルタ係数更新部、

(q) 第2の加算部の出力信号と第6のスイッチ部の各出力信号とに基づいて第2の加算部の出力信号が最小となるように第2適応ノッチフィルタ部のフィルタ係数を算出し、このフィルタ係数をそれぞれ逐次更新する第2のフィルタ係数更新部、

(r) 第1及び第2のフィルタ係数更新部からそれぞれ出力されるフィルタ係数が入力され、参照余弦波信号または参照正弦波信号の周波数に対応した振動騒音打消部から誤差信号検出部までの信号伝達特性中の利得特性値と位相特性値の内の少なくとも位相特性値を算出し、かつ、余弦補正值及び正弦補正值をそれぞれ算出可能な補正值算出部、

(s) 余弦補正值と正弦補正值とを用いて参照余弦波信号と参照正弦波信号をそれぞれ補正して、補正余弦波信号と補正正弦波信号を第5のスイッチ部及び第6のスイッチ部に各別に出力する補正部、
を備える。

[0006] 上記補正部(s)は、

(s1) 余弦補正值と正弦補正值とが記憶されるメモリ部と、

(s2) 余弦補正值と参照余弦波信号との積を求める第1の乗算部、

(s3) 正弦補正值と参照正弦波信号との積を求める第2の乗算部、

(s4) 余弦補正值と参照正弦波信号との積を求める第3の乗算部、

(s5) 正弦補正值と参照余弦波信号との積を求める第4の乗算部、

(s6) 第1の乗算部の出力信号と第2の乗算部の出力信号とがそれぞれ入力され、補正余弦波信号を出力する第3の加算部、

(s7) 第3の乗算部の出力信号及び第4の乗算部の出力信号が各別に入力され、補正正弦波信号を出力する第4の加算部、

を備えている。こうした補正部の構成により、スピーカを含んだ振動騒音打消部からマイクロフォンを含んだ誤差信号発生部の間の信号伝達特性を特別な外部計測器を用いることなく求めることができる。かつ、外部のコンピュータを用いることなく、信号伝達特性の余弦補正值と正弦補正值を算出することができる。この算出した余弦補正值と正弦補正值を補正部に設けたメモリ部に格納し、格納した余弦補正值と正弦

補正值を用いて振動騒音を能動的に低減することが可能な能動騒音低減装置を提供する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は本発明の実施の形態1にかかる能動騒音低減装置の構成を説明するためのブロック図である。

[図2]図2は同能動騒音低減装置にかかる測定モードの動作を説明するためのブロック図である。

[図3]図3は同能動騒音低減装置にかかる通常モードの動作を説明するためのブロック図である。

[図4]図4は同能動騒音低減装置にかかるスピーカ及びマイクロフォンを複数個用意した場合の構成を説明するためのブロック図である。

[図5]図5は本発明の実施の形態2にかかる能動騒音低減装置の構成を説明するためのブロック図である。

[図6]図6は同能動騒音低減装置にかかる測定モードの動作を説明するためのブロック図である。

[図7]図7は同能動騒音低減装置にかかる通常モードの動作を説明するためのブロック図である。

[図8]図8は本発明の実施の形態3にかかる能動騒音低減装置の通常モード時の構成を説明するためのブロック図である。

[図9]図9は同能動騒音低減装置の構成を簡略化して説明するためのブロック図である。

[図10]図10は同能動騒音低減装置にかかる騒音低減効果の特性を示した図である。

[図11]図11は同能動騒音低減装置に第5の補正部を付加した構成を説明するためのブロック図である。

符号の説明

- [0008] 1 回転数検出器
2 周波数検出部

- 3 タッチパネル(モード選択部)
- 4 擬似振動騒音発生部
- 5 第1のスイッチ部
- 6 参照余弦波発生部
- 7 参照正弦波発生部
- 8 第1の適応ノッチフィルタ部(W0)
- 9 第2の適応ノッチフィルタ部(W1)
- 10 第1の加算部
- 11 第2のスイッチ部
- 12 第3のスイッチ部
- 13 電力増幅器
- 14 スピーカ
- 15 マイクロフォン(誤差信号検出部)
- 16 第4のスイッチ部
- 17 第2の加算部
- 18 第5のスイッチ部
- 19 第6のスイッチ部
- 20 第1の適応制御アルゴリズム演算部(LMS、第1のフィルタ係数更新部)
- 21 第2の適応制御アルゴリズム演算部(LMS、第2のフィルタ係数更新部)
- 22 補正值算出部
- 23 メモリ部
- 24 第1の乗算部
- 25 第2の乗算部
- 26 第3の乗算部
- 27 第4の乗算部
- 28 第3の加算部
- 29 第4の加算部
- 30 振動騒音打消部

- 31 補正部
- 32 離散演算処理装置
- 40 第1の補正部
- 41 第7のスイッチ部
- 42 第8のスイッチ部
- 43 第2の補正部
- 44 第3の補正部
- 50 第4の補正部
- 100 能動騒音低減装置

発明を実施するための最良の形態

[0009] (実施の形態1)

以下、実施の形態1を図1～図4を用いて説明する。図1は本発明の実施の形態1にかかる能動騒音低減装置の構成を説明するためのブロック図である。図2は図1に示した能動騒音低減装置における測定モードの動作を説明するためのブロック図である。図3は図1に示した能動騒音低減装置における通常モードの動作を説明するためのブロック図である。図4は図1に示した本発明の能動騒音低減装置において、振動騒音打消部または誤差信号検出部が複数個用意された場合の動作を説明するためのブロック図である。

[0010] 図1の能動騒音低減装置100は、大きく分けると、回転数検出器1、タッチパネル3、マイクロフォン15、振動騒音打消部30及び離散演算処理装置32を備えている。振動騒音打消部30は電力増幅器13、スピーカ14を備える。

[0011] 離散演算処理装置32は、周波数検出部2、擬似振動騒音発生部4、第1のスイッチ部5、参照余弦波発生部6、参照正弦波発生部7、第1の適応ノッチフィルタ部8、第2の適応ノッチフィルタ部9、第1の加算部10、第2のスイッチ部11、第3のスイッチ部12、第4のスイッチ部16、第2の加算部17、第5のスイッチ部18、第6のスイッチ部19、第1の適応制御アルゴリズム演算部20、第2の適応制御アルゴリズム演算部21、補正值算出部22及び補正部31を備えている。

[0012] なお、周波数検出部2、擬似振動騒音発生部4、第1のスイッチ部5、参照余弦波発

生部6, 参照正弦波発生部7, 第1の適応ノッチフィルタ部8, 第2の適応ノッチフィルタ部9, 第1の加算部10, 第2のスイッチ部11, 第3のスイッチ部12, 第4のスイッチ部16, 第2の加算部17, 第5のスイッチ部18, 第6のスイッチ部19, 第1の適応制御アルゴリズム演算部20, 第2の適応制御アルゴリズム演算部21, 補正值算出部22, 第1の乗算部24, 第2の乗算部25, 第3の乗算部26, 第4の乗算部27, 第3の加算部28及び第4の加算部29はCPUなどが内蔵されたソフトウェア装置によって構成する。

- [0013] しかし、上記の中で、第1のスイッチ部5, 第2のスイッチ部11, 第3のスイッチ部12, 第4のスイッチ部16, 第5のスイッチ部18及び第6のスイッチ部19の少なくとも1つはハードウェアで構成することも可能である。
- [0014] さて、図1に示した能動騒音低減装置100において、回転数検出器1は、車両に搭載されるエンジンの回転数を検出する。周波数検出部2には、回転数検出器1によって検出されたエンジンパルスが入力され、それに対応した周波数信号を出力する。タッチパネル3は、モード選択部として、車両に搭載されたオーディオシステムの操作入力部を備える。擬似振動騒音発生部4はタッチパネル3によって、測定モードが選択されると所定の周波数の信号を発生する。
- [0015] 第1のスイッチ部5は、周波数検出部2からの出力信号と擬似振動騒音発生部4からの出力信号をタッチパネル3での選択指示によって選択的に出力する。参照余弦波発生部6は第1のスイッチ部5からの出力信号に基づいて参照余弦波信号を発生する。参照正弦波発生部7は第1のスイッチ部5からの出力信号に基づいて参照正弦波信号を発生する。
- [0016] 第1の適応ノッチフィルタ部8は、参照余弦波発生部6から出力される参照余弦波信号に基づいて、第1の制御信号を出力する。第2の適応ノッチフィルタ部9は、参照正弦波発生部7から出力された参照正弦波信号に基づいて第2の制御信号を出力する。
- [0017] 第1の加算部10には第1の制御信号及び第2の制御信号が各別に入力される。第2のスイッチ部11は第1の加算部10から出力された信号を振動騒音打消部30に供給または断続するために用意されている。図1に示したスイッチ部11は開放された状

態、すなわち断続状態を示している。第3のスイッチ部12は、参照正弦波信号を振動騒音打消部30に供給または断続するために用意されている。図1に示したスイッチ部12は開放された状態、すなわち断続状態を示している。

- [0018] 電力増幅器13には、第2のスイッチ部11、第3のスイッチ部12のそれぞれの出力信号が入力される。スピーカ14には電力増幅器13の出力信号が入力される。マイクロフォン15は、振動騒音源としてのエンジンから発生する振動騒音とスピーカ14から出力される打消し音との干渉の結果生じる誤差信号を出力する誤差信号検出部としての機能を備える。
- [0019] 第4のスイッチ部16は、第1の加算部10の出力を第2の加算部17に供給し、また、断続する。第2の加算部17には、第4のスイッチ部16の出力とマイクロフォン15の出力が各別に入力される。第5のスイッチ部18はタッチパネル3からの指示を受けて、参照余弦波発生部6から出力された参照余弦波信号を第3の加算部28に出力する。
- [0020] 第6のスイッチ部19は、タッチパネル3からの指示を受けて、参照正弦波信号を第4の加算部29に出力する。第1の適応制御アルゴリズム演算部20は第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数を算出し、その係数を更新する。第2の適応制御アルゴリズム演算部21は第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数を算出し、その係数を更新する。補正值算出手段22には、第1の適応制御アルゴリズム演算部20、第2の適応制御アルゴリズム演算部21からそれぞれ出力されたフィルタ係数が各別に入力される。
- [0021] 補正值算出手段22は、参照正弦波信号の周波数に対応した電力増幅器13、スピーカ14からマイクロフォン15までの信号伝達特性中の利得特性値及び位相特性値の内の少なくとも位相特性値を算出することが可能である。かつ、補正值算出手段22は、余弦補正值C0と正弦補正值C1を算出することが可能である。メモリ部23は余弦補正值C0と正弦補正值C1を記憶する。第1の乗算部24は余弦補正值C0と参照余弦波信号との積を求める。第2の乗算部25は正弦補正值C1と参照正弦波信号との積を求める。第3の乗算部26は余弦補正值C0と参照正弦波信号との積を求める。第4の乗算部27は正弦補正值C1と参照余弦波信号との積を求める。第3の加算

部28の入力側には第1の乗算部24の出力信号と第2の乗算部25の出力信号が各別に入力され、第3の加算部28の出力側から補正余弦波信号を出力する。第4の加算部29の入力側には第3の乗算部26の出力信号と第4の乗算部27の出力信号が各別に入力され、第4の加算部29の出力側から補正正弦波信号を出力する。振動騒音打消部30は電力増幅器13とスピーカ14とから構成されている。補正部31はメモリ部23、第1の乗算部24、第2の乗算部25、第3の乗算部26、第4の乗算部27、第3の加算部28及び第4の加算部9を備えている。

[0022] また、モード選択部には、車載用機器としてのオーディオシステムの操作入力部を備えたタッチパネル3を用いる。こうした構成を採用した本発明にかかる能動騒音低減装置を車両用に用いた場合は、広く普及した車載用機器が利用できるもので好都合である。

[0023] 次に、車載用機器として、オーディオシステムを用いる場合について説明する。しかし、必ずしもこれに特定されるものではないことを理解されたい。たとえば、ナビゲーションシステム等にも用いることが可能である。

[0024] ここで、モード選択部として、車載用機器としてのオーディオシステムの操作入力部を備えたタッチパネル3について説明するが、必ずしもこれに特定されるものではなく、メカニカルスイッチまたはマイクロフォンを備えた音声認識部等を用いることも可能である。これにより、測定モードと通常モードを自由に選択することができるだけでなく、たとえば、手動操作を不要にさせるモード選択部を構築することも可能である。

[0025] 次に、図2を用いて測定モードの動作について以下に説明する。図1と同じ箇所には同じ符号を用いる。

[0026] タッチパネル3で測定モードが選択されると、疑似振動騒音発生部4が作動する。疑似振動騒音発生部4から所定の周波数を有する出力信号が出力される。この出力信号が第1のスイッチ部5によって選択され、参照余弦波発生部6及び参照正弦波発生部7に各別に入力される。

[0027] 参照正弦波発生部7は、疑似振動騒音発生部4から出力される出力信号の周波数に同期した参照正弦波信号を第3のスイッチ部12を介して電力増幅器13に供給する。電力増幅器13の出力は、スピーカ14に入力される。スピーカ14より参照正弦波

信号が音として放射され、この放射音をマイクロフォン15が誤差信号 $e(n)$ として検出する。この検出した誤差信号 $e(n)$ を第2の加算部17に入力する。

[0028] 参照余弦波発生部6から出力された参照余弦波信号は、第1の適応ノッチフィルタ部8でフィルタ係数 $W0(n)$ と乗算される。参照正弦波発生部7から出力された参照正弦波信号は、第2の適応ノッチフィルタ部9でフィルタ係数 $W1(n)$ と乗算される。第1の適応ノッチフィルタ部8の出力信号及び第2の適応ノッチフィルタ部9の出力信号は、第1の加算部10において加算される。第1の加算部10の出力信号は第4のスイッチ部16を介して第2の加算部17に入力される。第2の加算部17では、マイクロフォン15により検出された誤差信号 $e(n)$ から第1の加算部10から出力された出力信号が減算される。この減算された信号を誤差信号 $e'(n)$ として出力する。この誤差信号 $e'(n)$ が第1の適応制御アルゴリズム演算部20及び第2の適応制御アルゴリズム演算部21に各別に入力される。

[0029] 次に、第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0(n)$ 及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1(n)$ が適応制御アルゴリズムに基づき、更新されるメカニズムを以下に説明する。これらの適応制御アルゴリズムとしては、例えば最急降下法的一种であるLMS(Least Mean Square)アルゴリズムが知られている。このアルゴリズムに基づいて、第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0(n)$ は、第1の適応制御アルゴリズム演算部20によって更新される。第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1(n)$ は第2の適応制御アルゴリズム演算部21によって更新される。第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0(n+1)$ 及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1(n+1)$ は、更新直前の第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0(n)$ 、第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1(n)$ 、誤差信号 $e'(n)$ と参照余弦波発生部6から出力される参照余弦波信号 $r0'(n)$ 、参照正弦波発生部7から出力される参照正弦波信号 $r1'(n)$ 、さらにステップサイズパラメータ μ を用いると、式(1)、式(2)によって求めることができる。ステップサイズパラメータ μ は、最急降下法において収束速度を決定する。

[0030] [数1]

$$W0(n+1) = W0(n) + \mu \cdot e'(n) \cdot r0'(n)$$

[0031] [数2]

$$W1(n+1) = W1(n) + \mu \cdot e'(n) \cdot r1'(n)$$

[0032] このようにして、第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0(n)$ 及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1(n)$ は、誤差信号 $e'(n)$ がゼロに近づくように更新され、最適値に収束していく。ここで、最適値に収束するとは、閾値 $\varepsilon 0$ 、 $\varepsilon 1$ を用いて表すと、式(3)、式(4)が満たされる状態を指している。

[0033] [数3]

$$W0(n+1) - W0(n) < \varepsilon 0$$

[0034] [数4]

$$W1(n+1) - W1(n) < \varepsilon 1$$

[0035] 第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0(n)$ 及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1(n)$ が、上述のように最適値に収束することによって、第1の加算部10の出力信号とマイクロフォン15から検出された誤差信号 $e(n)$ が等しくなる。すなわち、第1の加算部6の出力信号と誤差信号 $e(n)$ は、とりまなおさず電力増幅器13、スピーカ14からマイクロフォン15までの信号伝達特性を示す。

[0036] また、最適値に収束した後の第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0'$ 、最適値に収束した後の第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数を $W1'$ とすると、誤差信号 $e(n)$ は、式(5)、式(6)で表すことができる。

[0037] [数5]

$$e(n) = R \cdot \sin(\omega t + \alpha)$$

[0038] [数6]

$$= W0' \cdot \cos(\omega t) + W1' \cdot \sin(\omega t)$$

[0039] $W0'$ 、 $W1'$ を補正值算出部22に入力し、補正值算出部22で式(7)、式(8)に示す演算を行うことによって、上記信号伝達特性中の利得特性値 $G7$ 及び位相特性値 $\phi 7$ が求まる。

[0040] [数7]

$$G7 = \sqrt{(W0'{}^2 + W1'{}^2)}$$

[0041] [数8]

$$\phi7 = -\arctan(W0' / W1')$$

[0042] また、フィルタ係数 $W0'$ とフィルタ係数 $W1'$ を補正值算出部22に入力し、補正值算出部22で式(9)、式(10)に示す演算を行うことによって、それぞれ余弦補正值 $C0$ と正弦補正值 $C1$ が求まる。

[0043] [数9]

$$C0 = \sqrt{(W0'{}^2 + W1'{}^2)} \cos \{-\arctan(W0' / W1')\}$$

[0044] [数10]

$$C1 = \sqrt{(W0'{}^2 + W1'{}^2)} \sin \{-\arctan(W0' / W1')\}$$

[0045] 余弦補正值 $C0$ と正弦補正值 $C1$ をメモリ部23に格納することによって測定モードの一連の手順が完了する。

[0046] 上述の演算ステップに基づき、電力増幅器13, スピーカ14からマイクロフォン15までの信号伝達特性を特別の外部計測器を用いることなく求めることができる。かつ、外部のコンピュータを用いることなく、余弦補正值 $C0$ 及び正弦補正值 $C1$ を算出することができる。この余弦補正值 $C0$ 及び正弦補正值 $C1$ を補正部31に設けたメモリ部23に格納する。

[0047] また、図2に示す離散演算処理装置32内に補正值算出部22によって算出した利得特性値と位相特性値が記憶される第2のメモリ部(図示せず)を設ける。補正值算出部22によって最初に算出した利得特性値及び位相特性値とその後算出された利得特性値及び位相特性値の内の少なくとも位相特性値の差が所定値以内であるか否かを比較するための比較部(図示せず)を設ける。これらの構成によって、以下に説明するような新たな機能を発揮することができる。

[0048] すなわち、比較部において、位相特性値の差が所定値を超えた場合は警告を発することができる。すなわち、車両の運転者に対して、スピーカ14からマイクロフォン15までの信号伝達特性に変化が起こったことを知らせることができる。

- [0049] また、比較部において、位相特性値の差が所定値を超えた場合は、第1のフィルタ係数更新部である第1の適応制御アルゴリズム演算部20、第2のフィルタ係数更新部である第2の適応制御アルゴリズム演算部21から各別に出力されるフィルタ係数を用いて、補正值算出部22によって余弦補正值と正弦補正值を再度算出する。算出したあとは、これらの余弦補正值と正弦補正值をメモリ部23に記憶させる。これにより、本発明のスピーカ14からマイクロフォン15までの信号伝達特性に変化が起こったとしても再び振動騒音を十分に打ち消すことが可能になる。
- [0050] また、タッチパネル3で測定モードを選択する際に、エンジンが停止していれば、車両の乗員にスピーカ14から発せられるテスト用の不快な放射音を聞かせることを抑制することができる。
- [0051] 次に、図3を用いて通常モードの動作について説明する。図1、図2と同じ箇所には同じ符号を用いる。タッチパネル3で通常モードが選択されると、回転数検出器1によって検出されたエンジンの回転数がパルス波形の信号に変換されて周波数検出部2に供給される。また、周波数検出部2の出力信号が、第1のスイッチ部5によって選択され参照余弦波発生部6及び参照正弦波発生部7に入力される。
- [0052] 参照余弦波発生部6及び参照正弦波発生部7は、周波数検出部2から出力された出力信号の周波数に同期した参照余弦波信号と参照正弦波信号を各別に発生する。
- [0053] 参照余弦波発生部6から出力された参照余弦波信号は、第1の適応ノッチフィルタ部8においてフィルタ係数 $W0(n)$ と乗算される。参照正弦波発生部7から出力された参照正弦波信号は、第2適応ノッチフィルタ部9においてフィルタ係数 $W1(n)$ と乗算される。第1の適応ノッチフィルタ部8の出力信号と、第2適応ノッチフィルタ9の出力信号は、第1の加算部10において加算される。第1の加算部10の出力信号は第2のスイッチ部11を介して電力増幅器13に供給される。電力増幅器13の出力はスピーカ14に入力される。スピーカ14は、エンジンによって発生した振動騒音を打ち消すための打消し音を放射する。
- [0054] なお、タッチパネル3で通常モードが選択されたとしても、スピーカ14から、放射する最初の打消し音では、エンジンによって発生した振動騒音を打ち消すには十分と

は言えない。

[0055] そこで、本発明によって振動騒音を十分に打ち消すための信号処理の手順を説明する。まず、エンジンによって発生した振動騒音と、スピーカ14から放射した最初の打消し音が干渉する。そのとき、消音しきれなかった残留音をマイクロフォン15によって検出する。

[0056] マイクロフォン15において検出された残留音は、誤差信号 $e(n)$ として検出する。この検出した誤差信号 $e(n)$ は第2の加算部17を介して、第1の適応制御アルゴリズム演算部20及び第2の適応制御アルゴリズム演算部21に誤差信号 $e(n)$ として入力される。誤差信号 $e(n)$ は第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0(n)$ 及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1(n)$ をそれぞれ更新するための適応制御アルゴリズムに使用される。

[0057] 次に、参照余弦波信号($\cos \omega t$)がメモリ部23に記憶された余弦補正值 $C0$ と第1の乗算部24で乗算される。また、参照正弦波信号($\sin \omega t$)がメモリ部23に記憶された正弦補正值 $C1$ と第2の乗算部25で乗算される。第1の乗算部24の出力信号と第2の乗算部25の出力信号が第3の加算部28に入力される。参照正弦波信号($\sin \omega t$)がメモリ部23に記憶された余弦補正值 $C0$ と、第3の乗算部26で乗算される。参照余弦波信号($\cos \omega t$)はメモリ部23に記憶された正弦補正值 $C1$ と第4の乗算部27で乗算される。第1の乗算部26の出力信号と第2の乗算部27の出力信号が第4の加算部29に入力される。その結果、第3の加算部26と第4の加算部27から、式(11)、式(12)で表されるような補正余弦波信号 $r0(n)$ と補正正弦波信号 $r1(n)$ を、各別に出力することができる。

[0058] [数11]

$$r0(n) = C0 \cdot \cos \omega t + C1 \cdot \sin \omega t$$

[0059] [数12]

$$r1(n) = C0 \cdot \sin \omega t - C1 \cdot \cos \omega t$$

[0060] 補正余弦波信号 $r0(n)$ 及び補正正弦波信号 $r1(n)$ は、第1の適応制御アルゴリズム演算部20、第2の適応制御アルゴリズム演算部21に各別に入力される。これらの

補正余弦波信号 $r_0(n)$ 及び補正正弦波信号 $r_1(n)$ は、第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W_0(n)$ 、第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W_1(n)$ を更新するための適応制御アルゴリズムに使用される。

[0061] 次に、第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W_0(n)$ 及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W_1(n)$ を適応制御アルゴリズムにより更新する信号処理の手順を以下に説明する。測定モードの場合と同様に、LMSアルゴリズムに基づいて、第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W_0(n)$ 、第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W_1(n)$ をそれぞれ、第1の適応制御アルゴリズム演算部20及び第2の適応制御アルゴリズム演算部21によって各別に更新する。

[0062] 次に、第1の適応制御アルゴリズム演算部20と第2の適応制御アルゴリズム演算部21によって、各別に更新される第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W_0(n+1)$ と、第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W_1(n+1)$ は、更新直前の第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W_0(n)$ 、第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W_1(n)$ 、誤差信号 $e(n)$ 、第3の加算部28より出力される補正余弦波信号 $r_0(n)$ と第4の加算部29から出力される補正信号 $r_1(n)$ は、ステップサイズパラメータ μ を用いると式(13)、式(14)で求めることができる。なお、ステップサイズパラメータ μ は、前にも述べたように、最急降下法において、収束速度を決定する。

[0063] [数13]

$$W_0(n+1) = W_0(n) - \mu \cdot e(n) \cdot r_0(n)$$

[0064] [数14]

$$W_1(n+1) = W_1(n) - \mu \cdot e(n) \cdot r_1(n)$$

[0065] このようにして、第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W_0(n)$ と、第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W_1(n)$ は、誤差信号 $e(n)$ がゼロに近づくように更新され、最適値に収束していく。これはとりもなおさず、エンジンによって発生した振動騒音が、振動騒音打消部30を構成するスピーカ14から放射される打ち消し音によって十分に打ち消されることを意味する。

[0066] 次に、電力増幅器13とスピーカ14とから構成した振動騒音打消部30または誤差

信号検出部としてのマイクロフォン15が複数個存在する場合の動作について図4を用いて説明する。

- [0067] 従来、一般的な車両では、スピーカはフロントドア及びリアドアに、マイクロフォンは運転席近傍それぞれに設置されている。このため、スピーカ14からマイクロフォン15までの信号伝達特性は、ある程度固定的(限定的)なものであった。しかしながら、最近ではリアエンターテインメント技術の普及に伴い、6個以上のスピーカを使用したマルチサラウンドシステムまたはハンズフリー通話用にマイクロフォンが車室の2番目の席や3番目の席に設置されていることも珍しくなくなってきた。したがって、スピーカからマイクロフォンまでの信号伝達特性を選択する自由度が高くなってきている。このため、測定モードにおいて、より良い信号伝達特性を選んで、それを記憶させ、通常モード時にそれを利用することで、より最適な騒音低減効果を奏することができる。
- [0068] ここで、スピーカ14及びマイクロフォン15が複数個存在する場合、それらをそれぞれSPK (i) 及びMIC (j) として表すことにする。ただし、スピーカはM個、マイクロフォンはN個、車両内に設置されており、iは1～Mの整数、jは1～Nの整数とする。
- [0069] 先の測定モードの動作説明では、SPK (i) 及びMIC (j) が固定的な場合について述べた。このような場合は、スピーカ及びマイクロフォンが常に同じ場所に設置されているとしても、SPK (i) からMIC (j) までの信号伝達利得特性にレベル低下やディップが存在しないときには、なんらの支障も生じないので、比較的簡単に騒音低減制御を行うことが可能である。しかし、能動騒音低減装置が設置される車室内では、信号伝達利得特性に車室内特有のピークやディップが存在することが少なくない。このため、ディップ付近の周波数帯での騒音低減制御が不安定になる。または、信号伝達利得特性のレベルが低い周波数帯では振動騒音打消部としてのスピーカから放射される打消し音が必然的に大きくなってしまい、スピーカから歪音を発生させてしまうという不具合が生じる。
- [0070] そこで、測定モード時に、車室内に設置されたM個のスピーカからSPK (i) を選択し、N個のマイクロフォンからMIC (j) を選択する。SPK (i) からMIC (j) までの信号伝達特性の利得特性値を(MxN) 種類求め、それらを第3のメモリ部に記憶させる。第2の比較部において、第3のメモリ部に記憶された(MxN) 種類の利得特性値を比較し

、深いディップがより少ない、利得レベルのより高い、SPK (i) とMIC (j) の組み合わせを選択する。選択されたSPK (i) からMIC (j) までの信号伝達特性より算出される余弦補正值と正弦補正值をメモリ部23に記憶する。通常モード動作時にメモリ部23に記憶された余弦補正值と正弦補正值を用いれば、より騒音低減効果の高い能動騒音低減装置を提供することが可能となる。

[0071] また、周波数毎に、第2の比較部において(MxN)種類の利得特性値を比較し、深いディップのより少なく、利得レベルが、より高いSPK (i) とMIC (j) の組み合わせを選択する。周波数毎に選択されたSPK (i) からMIC (j) までの信号伝達特性より算出される余弦補正值と正弦補正值をメモリ部23に記憶する。通常モード動作時にメモリ部23に記憶された余弦補正值と正弦補正值を用いる。これによって、騒音低減制御対象の全周波数帯域においては、SPK (i) からMIC (j) までのいずれの信号伝達特性にもディップや利得レベルの低い部分が存在する場合でも、騒音低減効果の高い能動騒音低減装置を提供することができる。

[0072] (実施の形態2)

図5は実施の形態2にかかる能動騒音低減装置の構成ブロック図、図6は測定モード動作を示すブロック図、図7は通常動作モードを示すブロック図をそれぞれ示す。なお、実施の形態1と同様の構成については、同一の符号を付しその説明を省略する。

[0073] 能動騒音低減装置100は、参照正弦波発生部から出力される参照正弦波信号を補正する第1の補正部40を備える。測定モード選択時には、第1の補正部40によって補正された信号は、第3のスイッチ部12を介して電力増幅器13に入力される。第7のスイッチ部41は参照余弦波発生部から出力された参照余弦波信号と、第1の適応ノッチフィルタ部8でフィルタ係数W0とが乗算された信号をタッチパネル部3からの指示を受けて第1の加算部の一方側の入力端子に供給する。第8のスイッチ部42は参照正弦波発生部から出力される参照正弦波信号と、第2の適応ノッチフィルタ部9でフィルタ係数W1とが乗算された信号をタッチパネル部3からの指示を受けて、第1の加算部の他方側の入力端子に供給する。第2の補正部43は測定モード動作時に、第7のスイッチ部より出力される信号を補正して第1の加算部10に入力する。第3の

補正部44は測定モード動作時に、第8のスイッチ部から出力される信号を補正して第1の加算部10に入力する。

[0074] 実施の形態2の説明に用いる図5～図7において、実施の形態1と相違する点は、図1～図3に示した構成に、第1の補正部40、第7のスイッチ部41、第8のスイッチ部42、第2の補正部43及び第3の補正部44を付加したことである。

[0075] ここで、測定モード動作時に信号伝達特性を求める方法について述べる。例えばスピーカ14からマイクロフォン15までの信号伝達特性の利得特性が0dBを大きく超えるような場合はマイクロフォン15で検出する誤差信号 $e(n)$ も大きくなってしまう。しかしながらマイクロフォン15が検出することができる信号の振幅には上限が存在する。このため、マイクロフォン15の位置での伝達信号の振幅がマイクロフォン15の検出可能な上限値を超えてしまうと、正確な値の誤差信号 $e(n)$ を得ることができない。

[0076] すなわち、適応制御アルゴリズム演算の収束値から得られる第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0'$ 及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1'$ も正確な値が得られない。このため、式(7)より得られる利得特性値も不正確なものになってしまうという不具合が生じる。

[0077] そこで、参照正弦波信号を補正する第1の補正部40を付加すれば、補正值 ρ の絶対値を小さくすることができる。これによりマイクロフォン15の位置での伝達信号の振幅を小さくすることができる。正確な値の誤差信号 $e(n)$ が得られ、正確な利得特性値を求めることが可能になる。このときの利得特性値は式(15)で表すことができる。

[0078] [数15]

$$G_{15} = 1 / \rho \cdot \sqrt{(W0')^2 + (W1')^2}$$

[0079] また、マイクロフォン15の位置での伝達信号の振幅がマイクロフォン15の検出可能な上限値を超えることがないとしても、フィルタ係数 $W0'$ 及びフィルタ係数 $W1'$ の数値範囲が制限されると、たとえばQ7フォーマットで定義される場合には、0dB以上の利得特性値を表すことができないという不具合が生じる。ここで、Q7フォーマットとは、8ビットの固定小数点表記法の1つで、小数点以下の情報を下位7ビットに割り当てるというものである。そこで第7のスイッチ部41、第8のスイッチ部42、第2の補正部43及び第3の補正部44を付加すれば、利得特性値は補正值 σ から式(16)によって

表すことができる。

[0080] [数16]

$$G16 = \sigma \cdot \sqrt{(W0')^2 + (W1')^2}$$

[0081] したがって、補正值 σ の絶対値を大きくすることにより、 $W0'$ 及び $W1'$ を表現可能な数値範囲で表すことができるため、正確な利得特性値を求めることができる。

[0082] また、マイクロフォン15の位置での伝達信号の振幅がマイクロフォン15での検出可能な上限値を超え、かつ、フィルタ係数 $W0'$ 及びフィルタ係数 $W1'$ の数値範囲が制限される場合であっても、補正值 ρ の絶対値を小さくし、補正值 σ の絶対値を大きくすることにより、利得特性値は式(17)によって求めることができる。

[0083] [数17]

$$G17 = \sigma / \rho \cdot \sqrt{(W0')^2 + (W1')^2}$$

[0084] 次に、スピーカ14からマイクロフォン15までの信号伝達特性の利得特性が0dBを大きく下回るような場合について述べる。このとき、式(5)、式(6)及び式(7)に基づいて、適応制御アルゴリズム演算の収束値から得られる第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0'$ 及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1'$ の値は小さくなってしまう。フィルタ係数 $W0'$ 及びフィルタ係数 $W1'$ の値が小さくなると、1LSBの相対的な誤差が大きくなってしまうという不具合が生じる。

[0085] 例えば、フィルタ係数 $W0'$ 、フィルタ係数 $W1'$ を符号付8ビットの数値で求めたときに、得られた値が $W0' = 1$ 、 $W1' = 2$ であるとする。これが1LSBの誤差を含んでおり真の近似値が $W0' = 2$ 、 $W1' = 2$ であると仮定すると、式(8)より位相特性値の真の近似値は45度、得られた $W0'$ 、 $W1'$ から算出した位相特性値は26.6度となる。このため、位相特性値の誤差は29% $((45 - 26.6) / 45)$ になる。

[0086] 一方、フィルタ係数 $W0'$ 及びフィルタ係数 $W1'$ が大きな値で得られた場合、例えば、 $W0' = 99$ 、 $W1' = 100$ である。これが1LSBの誤差を含んでおり真の近似値が $W0' = 100$ 、 $W1' = 100$ であると仮定すると式(8)から位相特性値の真の近似値は45度、得られた $W0'$ 、 $W1'$ から算出した位相特性値は44.7度となる。これにより、位相特性値の誤差は0.7% $((45 - 44.7) / 45)$ になる。

[0087] そこで、参照正弦波信号を補正する第1の補正部40を付加するように構成すれば、補正值 ρ の絶対値を大きくすることによって、マイクロフォン位置での伝達信号の振幅を大きくすることができる。これにより、フィルタ係数 $W0'$ 及びフィルタ係数 $W1'$ を大きな値で得られる。これにより、位相特性値の誤差を小さくすることができる。また、第7のスイッチ部41、第8のスイッチ部42、第2の補正部43及び第3の補正部44を付加するように構成する。これによって、適応制御アルゴリズム演算の収束値から得られる第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数はそれぞれ $\sigma \cdot W0'$ 及び $\sigma \cdot W1'$ で表すことができる。

[0088] 補正值 σ の絶対値を小さくすることにより、 $W0'$ 及び $W1'$ が大きな値で得られるため、同様に位相特性値の誤差を小さくすることができる。したがって、参照正弦波信号を補正する第1の補正部40、第7のスイッチ部41、第8のスイッチ部42、第2の補正部43及び第3の補正部44を付加するように構成する。こうした構成によれば、第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0'$ 及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1'$ は、より大きな値で得られるため、位相特性値の誤差をさらに小さくすることができる。

[0089] (実施の形態3)

図8を用いて実施の形態3について説明する。図8は、実施の形態1にかかる能動騒音低減装置の通常モード動作を示したブロック図(図3)を簡略して表したブロック図である。図9は、図8において、電力増幅器13及びスピーカ14で構成した騒音打消部30から、マイクロフォン15までの信号伝達特性を β 、参照余弦波発生部6から出力される参照余弦波信号または参照制限波発生部7から出力される参照制限波信号から第1の加算部10の出力までの信号伝達特性である適応フィルタ部の信号伝達特性を γ として、さらに簡略化したブロック図である。図9の構成に従って、車室内の発生振動騒音 V_n と誤差信号 V_e と出力 V_{out} と騒音打消部30からマイクロフォン15までの信号伝達特性 β と、適応フィルタ部の信号伝達特性 γ との関係を式(18)、式(19)で表すことができ、また、式(18)、式(19)より V_e/V_n は式(20)によって表すことができる。

[0090] [数18]

$$V_e \cdot \gamma = V_{out}$$

[0091] [数19]

$$\beta \cdot V_{out} = V_e - V_n$$

[0092] [数20]

$$V_e / V_n = 1 / (1 - \beta \cdot \gamma)$$

[0093] 図10は、 V_e / V_n 特性であり、参照余弦波信号及び参照正弦波信号の周波数が50Hzの場合を示す。これはまさに能動騒音低減装置の騒音低減効果を示すものである。能動騒音低減装置100を設計する際には、このような特性を維持するように考慮することが重要である。すなわち信号伝達特性 β 及び γ の積、 $\beta \cdot \gamma$ を一定にすることが能動騒音低減装置の性能を維持する上で好ましい。

[0094] 例えば、能動騒音低減装置及びそれが搭載された車両の量産後にユーザが能動騒音低減装置が組み込まれた車のユーザが電力増幅器13またはスピーカ14を新たに既存のものと交換した場合には、騒音打消部30からマイクロフォン15までの信号伝達特性が大きく変化してしまうことが考えられる。すなわち、信号伝達特性 β が変化することになるが、先に説明したように信号伝達特性 β の変化は能動騒音低減装置の性能に悪影響を及ぼしてしまう。こうした問題点を解決する方法を以下に説明する。

[0095] 図11は図3の通常動作モードブロック図に第4の補正部50を第1の加算部の出力段に追加したものである。騒音打消部30からマイクロフォン15までの変化した信号伝達特性の利得特性値に反比例するような補正值を第4の補正部50に適用することにより、信号伝達特性 γ 及び β の積、 $\gamma \cdot \beta$ を一定に保つことができる。

[0096] ここで、信号伝達特性 γ 及び β の積、 $\gamma \cdot \beta$ を一定に保つ他の方法について以下に説明する。まず、信号伝達特性 γ についてももう少し定性的に求めてみる。第1の適応ノッチフィルタ部8のフィルタ係数 $W0$ 及び第2の適応ノッチフィルタ部9のフィルタ係数 $W1$ が1回の適応制御演算で更新される更新量をそれぞれ $\Delta W0$ 、 $\Delta W1$ とし、参照余弦波信号及び参照正弦波信号の周波数 ω_0 、振動騒音の周波数を ω とすると、式(13)、式(14)から式(21)、式(22)によって表すことができる。

[0097] [数21]

$$\Delta W0 = - (\exp (j \omega_0 t) + \exp (- j \omega_0 t)) / 2 \cdot (\exp (j (\omega t + \alpha)) + \exp (- j (\omega t + \alpha))) / 2 \cdot \mu$$

[0098] [数22]

$$\Delta W1 = - (\exp (j \omega_0 t) - \exp (- j \omega_0 t)) / 2 j \cdot (\exp (j (\omega t + \alpha)) + \exp (- j (\omega t + \alpha))) / 2 \cdot \mu$$

[0099] ここで、 $\omega_x = \omega_0 + \omega$ 、 $\omega_y = \omega_0 - \omega$ とし、 $A0$ 、 $A1$ を任意の定数とすると、式(23)、式(24)で表すことができる。

[0100] [数23]

$$\{ \Delta W0 = - \mu / 4 \cdot \{ \exp (j (\omega_y t - \alpha)) / j \omega_y - \exp (- j (\omega_y t - \alpha)) / j \omega_y \} + A0$$

[0101] [数24]

$$\{ \Delta W1 = - \mu / 4 j \cdot \{ \exp (j (\omega_y t - \alpha)) / j \omega_y + \exp (- j (\omega_y t - \alpha)) / j \omega_y \} + A1$$

[0102] また、信号伝達特性 γ は式(25)で表すことができる。

[0103] [数25]

$$\gamma = \{ \Delta W0 \cdot (\exp (j \omega_0 t) + \exp (- j \omega_0 t)) / 2 + \{ \Delta W1 \cdot (\exp (j \omega_0 t) - \exp (- j \omega_0 t)) / 2 j$$

[0104] さらに式(23)、式(24)を用いて信号伝達特性 γ を近似すると、式(26)によって表すことができる。

[0105] [数26]

$$\gamma = \mu / 2 (\omega_0 - \omega) \cdot \sin (\omega t + \alpha)$$

[0106] したがって、適応制御アルゴリズムに適用しているステップパラメータ μ を変化した騒音打消部30からマイクロフォン15までの信号伝達特性の利得特性値に反比例す

るような値に補正することにより信号伝達特性 γ 及び β の積である、 $\gamma \cdot \beta$ を一定に保つことができ、能動騒音低減装置の性能を維持することができる。

産業上の利用可能性

[0107] 本発明にかかる能動騒音低減装置は、スピーカを含んだ振動騒音打消部から、マイクロフォンを含んだ誤差信号発生部の間の信号伝達特性を特別な外部計測器を用いることなく求めることができる。かつ、外部のコンピュータを用意しなくとも、信号伝達特性の余弦補正值と正弦補正值を算出することができるとともに、この余弦補正值と正弦補正值を補正部に設けたメモリ部に格納することができる。こうして、求めた余弦補正值と正弦補正值を用いることで振動騒音を能動的に低減可能な能動騒音低減装置を提供することができるので、その産業上の利用可能性は高い。

請求の範囲

- [1] 通常モードと測定モードを選択するモード選択部と、
前記モード選択部で選択された通常モードに基づき、振動騒音源から発生する振動騒音周波数を検出する周波数検出部と、
前記モード選択部で選択された前記測定モードに基づき、振動騒音源から発生する振動騒音周波数に対応した所定の周波数範囲の信号を出力する擬似振動騒音発生部と、
前記擬似振動騒音発生部の出力信号と周波数検出部の出力信号のいずれかを選択して出力する第1のスイッチ部と、
第1のスイッチ部の出力信号が入力される参照余弦波発生部と参照正弦波発生部と、
振動騒音源からの振動騒音に基づき発生する発生振動騒音を相殺するために、前記参照余弦波発生部から出力される前記参照余弦波信号に基づいて第1の制御信号を出力する第1の適応ノッチフィルタ部と、
前記参照正弦波発生部から出力される前記参照正弦波信号に基づいて第2の制御信号を出力する第2適応ノッチフィルタ部と、
前記第1の制御信号と第2の制御信号とがそれぞれ入力される第1の加算部と、
前記第1の加算部から出力される信号を入力する第2のスイッチ部と、
前記参照余弦波信号または前記参照正弦波信号を入力する第3のスイッチ部と、
第2のスイッチ部の出力と第3のスイッチ部の出力が入力される発生振動騒音を打ち消す振動騒音打消部と、
発生振動騒音と前記振動騒音打消部から出力される打消し音との干渉の結果生じる誤差信号を出力する誤差信号検出部と、
前記第1の加算部の出力を入力する第4のスイッチ部と、
前記第4のスイッチ部の出力と前記誤差信号検出部の出力が入力される第2の加算部と、
参照余弦波信号を入力する第5のスイッチ部と、
参照正弦波信号を入力する第6のスイッチ部と、

前記第2の加算部の出力信号と前記第5のスイッチ部の各出力信号とに基づいて前記第2の加算部の出力信号が最小となるように前記第1の適応ノッチフィルタ部のフィルタ係数を算出するとともに、このフィルタ係数をそれぞれ逐次更新する第1のフィルタ係数更新部と、

前記第2の加算部の出力信号と前記第6のスイッチ部の各出力信号とに基づいて前記第2の加算部の出力信号が最小となるように前記第2の適応ノッチフィルタ部のフィルタ係数を算出し、このフィルタ係数をそれぞれ逐次更新する第2のフィルタ係数更新部と、

前記第1及び第2のフィルタ係数更新部からそれぞれ出力されるフィルタ係数が入力され、参照余弦波信号または参照正弦波信号の周波数に対応した前記振動騒音打消部から前記誤差信号検出部までの信号伝達特性中の利得特性値と位相特性値の内の少なくとも位相特性値が算出可能であり、かつ、余弦補正值と正弦補正值もそれぞれ算出可能な補正值算出部と、

余弦補正值と正弦補正值とを用いて参照余弦波信号と参照正弦波信号をそれぞれ補正して、補正余弦波信号と補正正弦波信号を前記第5のスイッチ部及び前記第6のスイッチ部に各別に出力する補正部を備え、

前記補正部は、余弦補正值と正弦補正值とが記憶されるメモリ部と、

余弦補正值と参照余弦波信号との積を求める第1の乗算部と、

正弦補正值と参照正弦波信号との積を求める第2の乗算部と、

余弦補正值と参照正弦波信号との積を求める第3の乗算部と、

正弦補正值と参照余弦波信号との積を求める第4の乗算部と、

前記第1の乗算部の出力信号と前記第2の乗算部の出力信号とがそれぞれ入力され、補正余弦波信号を出力する第3の加算部と、前記第3の乗算部の出力信号及び前記第4の乗算部の出力信号が各別に入力され、補正正弦波信号を出力する第4の加算部とで構成された能動騒音低減装置。

- [2] 測定モード時は、第1のスイッチ部により擬似振動騒音発生部の出力信号を参照余弦波発生部と参照正弦波発生部に入力させ、第2のスイッチ部により第1の加算部の出力信号が振動騒音打消部に入力されるのを阻止し、第3のスイッチ部により参照余

弦波信号または参照正弦波信号を前記振動騒音打消部に入力させ、第4のスイッチ部により前記第1の加算部の出力信号を第2の加算部に入力させ、第5のスイッチ部により第3の加算部から出力される補正余弦波信号が第1のフィルタ係数更新部に入力されるのを阻止し、前記参照余弦波信号を前記第1のフィルタ係数更新部に入力させ、第6のスイッチ部により第4の加算部から出力される補正正弦波信号が第2のフィルタ係数更新部に入力されるのを阻止し、前記参照正弦波信号を前記第2のフィルタ係数更新部に入力させ、前記擬似振動騒音発生部から出力される所定の周波数を有する出力信号毎にそれぞれ前記第1及び第2のフィルタ係数更新部からそれぞれ出力されるフィルタ係数を用いて、補正值算出部により余弦補正值と正弦補正值をそれぞれ算出するとともにメモリ部に前記所定の周波数を有する出力信号毎に対応した前記余弦補正值と前記正弦補正值を記憶するように構成された請求項1に記載の能動騒音低減装置。

- [3] 通常モード時は、第1のスイッチ部により周波数検出部の出力信号を参照余弦波発生部と参照正弦波発生部に入力させ、第2のスイッチ部により第1の加算部の出力信号を振動騒音打消部に入力させ、第3のスイッチ部により参照余弦波信号または参照正弦波信号が前記振動騒音打消部に入力されるのを阻止し、第4のスイッチ部により前記第1の加算部の出力信号が第2の加算部に入力されるのを阻止し、第5のスイッチ部により第3の加算部から出力される補正余弦波信号を第1のフィルタ係数更新部に入力させ、前記参照余弦波信号を前記第1のフィルタ係数更新部に入力されるのを阻止し、第6のスイッチ部により第4の加算部から出力される補正正弦波信号を第2のフィルタ係数更新部に入力させ、前記参照正弦波信号を前記第2のフィルタ係数更新部に入力されるのを阻止し、前記モード選択部の測定モード選択時に算出され、メモリ部に記憶された所定の周波数を有する出力信号毎に対応した余弦補正值と正弦補正值に基づき導出された前記補正余弦波信号と前記補正正弦波信号ならびに前記第2の加算部の出力信号を用いて、前記第2の加算部の信号が最小となるように前記振動騒音打消部により発生振動騒音を相殺するように構成された請求項1に記載の能動騒音低減装置。

- [4] モード選択部は車載用機器に組み込まれるとともに所定の操作を行うことで通常モ

ードと測定モードが選択できるように構成された請求項1に記載の能動騒音低減装置。

- [5] 車載用機器は、オーディオシステムまたはナビゲーションシステムのいずれかである請求項4に記載の能動騒音低減装置。
- [6] モード選択部は、操作入力部を備えたタッチパネル、メカニカルスイッチ及びマイクロフォンを備えた音声認識部の少なくとも1つである請求項4に記載の能動騒音低減装置。
- [7] 補正值算出部により算出された利得特性値と位相特性値が記憶される第2のメモリ部を備え、前記補正值算出部により最初に算出した利得特性値及び位相特性値とその後算出された利得特性値及び位相特性値の内の少なくとも位相特性値の差が所定値以内であるかを比較するための比較部とを備えた請求項1に記載の能動騒音低減装置。
- [8] 比較部において、位相特性値の差が所定値を超えた場合は警告を発するように構成された請求項7に記載の能動騒音低減装置。
- [9] 比較部において、位相特性値の差が所定値を超えた場合は、第1及び第2のフィルタ係数更新部からそれぞれ出力されるフィルタ係数を用いて補正值算出部により余弦補正值と正弦補正值を再度算出し、これらの余弦補正值と正弦補正值をメモリ部に記憶させるように構成された請求項7に記載の能動騒音低減装置。
- [10] エンジンが停止した状態で、モード選択部により測定モードが選択されるように構成された請求項2に記載の能動騒音低減装置。
- [11] 複数の振動騒音打消部と、前記複数の振動騒音打消部の中の少なくとも1つを選択する選択部とを有する請求項1に記載の能動騒音低減装置。
- [12] 複数の誤差信号検出部と、前記複数の誤差信号検出部の中の少なくとも1つを選択する選択部とを有する請求項1に記載の能動騒音低減装置。
- [13] 測定モード時に、擬似振動騒音発生部から出力される所定の周波数を有する出力信号毎に、複数の振動騒音打消部の少なくとも1つを選択する前記請求項11に記載の能動騒音低減装置。
- [14] 測定モード時に、擬似振動騒音発生部から出力される所定の周波数を有する出力

信号毎に、前記複数の誤差信号検出部の少なくとも1つを選択する請求項12に記載の能動騒音低減装置。

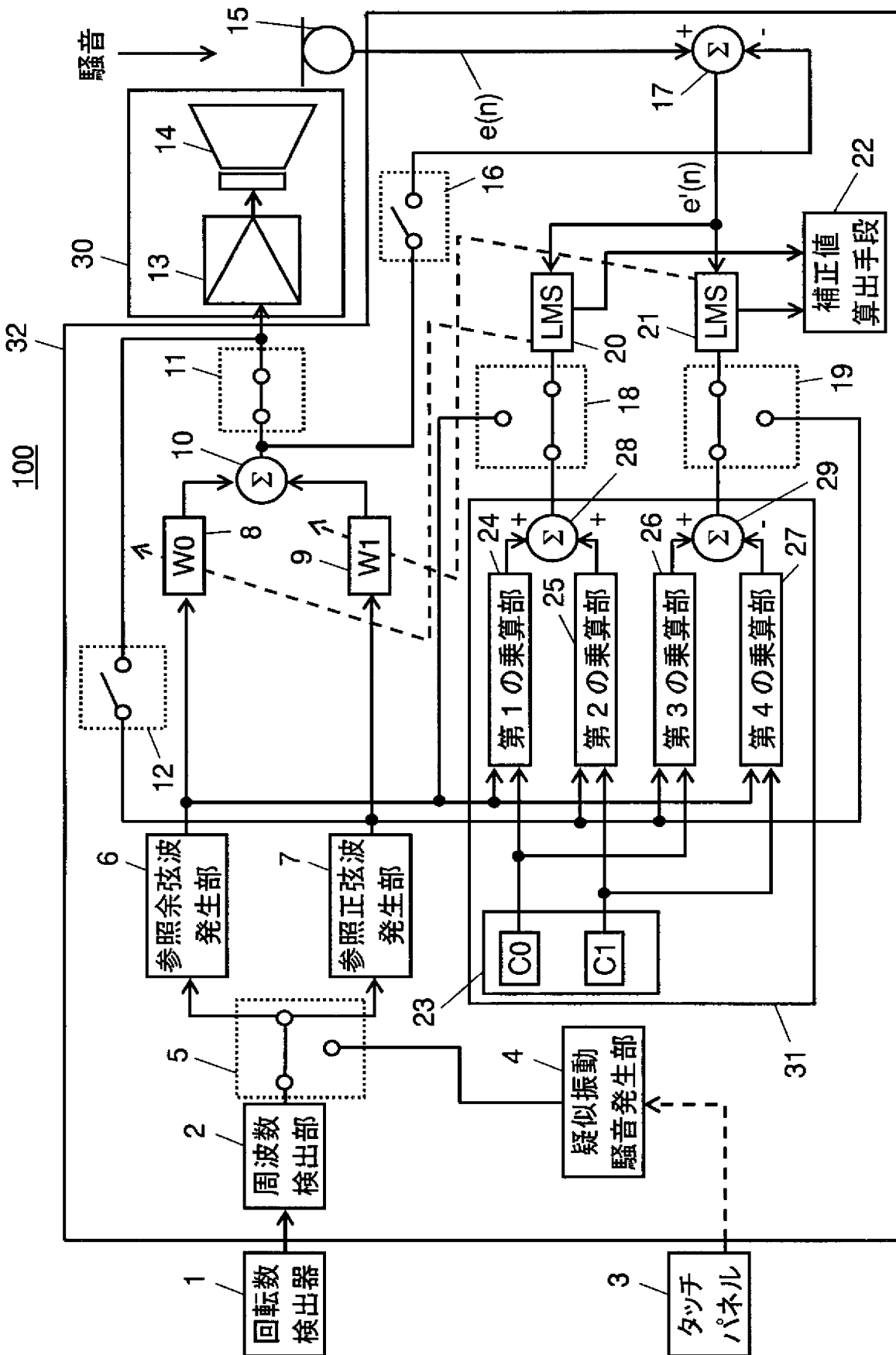
- [15] 補正值算出部により算出された、選択された振動騒音打消部から選択された誤差信号選択部までの信号伝達特性中の利得特性値と位相特性値を、振動騒音打消部または誤差信号検出部毎に記憶させる第3のメモリ部と、前記第3のメモリ部に記憶された利得特性または位相特性のどちらか一方、またはその両方を、振動騒音打消部または誤差信号検出部毎に比較するための第2の比較部とを備えた請求項11～請求項14のいずれか1項に記載の能動騒音低減装置。
- [16] 第2の比較部において利得特性及び位相特性の少なくとも一方を比較し、比較結果から所定の基準で選択した信号伝達特性の利得特性値及び位相特性値から補正值算出部により余弦補正值と正弦補正值を算出し、その算出結果をメモリ部に記憶させるように構成された請求項15に記載の能動騒音低減装置。
- [17] 第2の比較部において、所定の周波数毎に、利得特性または位相特性のどちらか一方、またはその両方を比較し、所定の基準において最良な信号伝達特性を選択し、選択された前記信号伝達特性の利得特性値及び位相特性値から補正值算出部により余弦補正值と正弦補正值を算出し、メモリ部に記憶させるように構成された請求項15に記載の能動騒音低減装置。
- [18] 参照正弦波発生部から出力される参照正弦波信号または参照余弦波発生部から出力される参照余弦波信号を補正する第1の補正部を有し、測定モード時には前記参照正弦波信号または前記参照余弦波信号を前記第1の補正部により補正し、第3のスイッチ部により振動騒音打消部に入力されるように構成された請求項1に記載の能動騒音低減装置。
- [19] 測定モード時には、請求項2に記載された方法によって求められるフィルタ係数と、第1の補正部に適用する第1の補正值とから、振動騒音打消部から誤差信号検出部までの信号伝達特性中の利得特性値を算出するように構成された請求項18に記載の能動騒音低減装置。
- [20] 参照余弦波発生部から出力される参照余弦波信号と第1の適応ノッチフィルタ部に基づいて出力される第1の制御信号が入力される第7のスイッチ部と、参照正弦波信

号発生部から出力される参照正弦波信号と第2の適応ノッチフィルタ部に基づいて出力される第2の制御信号が入力される第8のスイッチ部と、測定モードが選択された場合は、前記第1の制御信号を補正し、補正された信号を前記第7のスイッチ部により第1の加算部に入力させるための第2の補正部と、前記第2の制御信号を補正し、補正された信号を前記第8のスイッチ部により第1の加算部に入力させるための第3の補正部を備えた請求項1に記載の能動騒音低減装置。

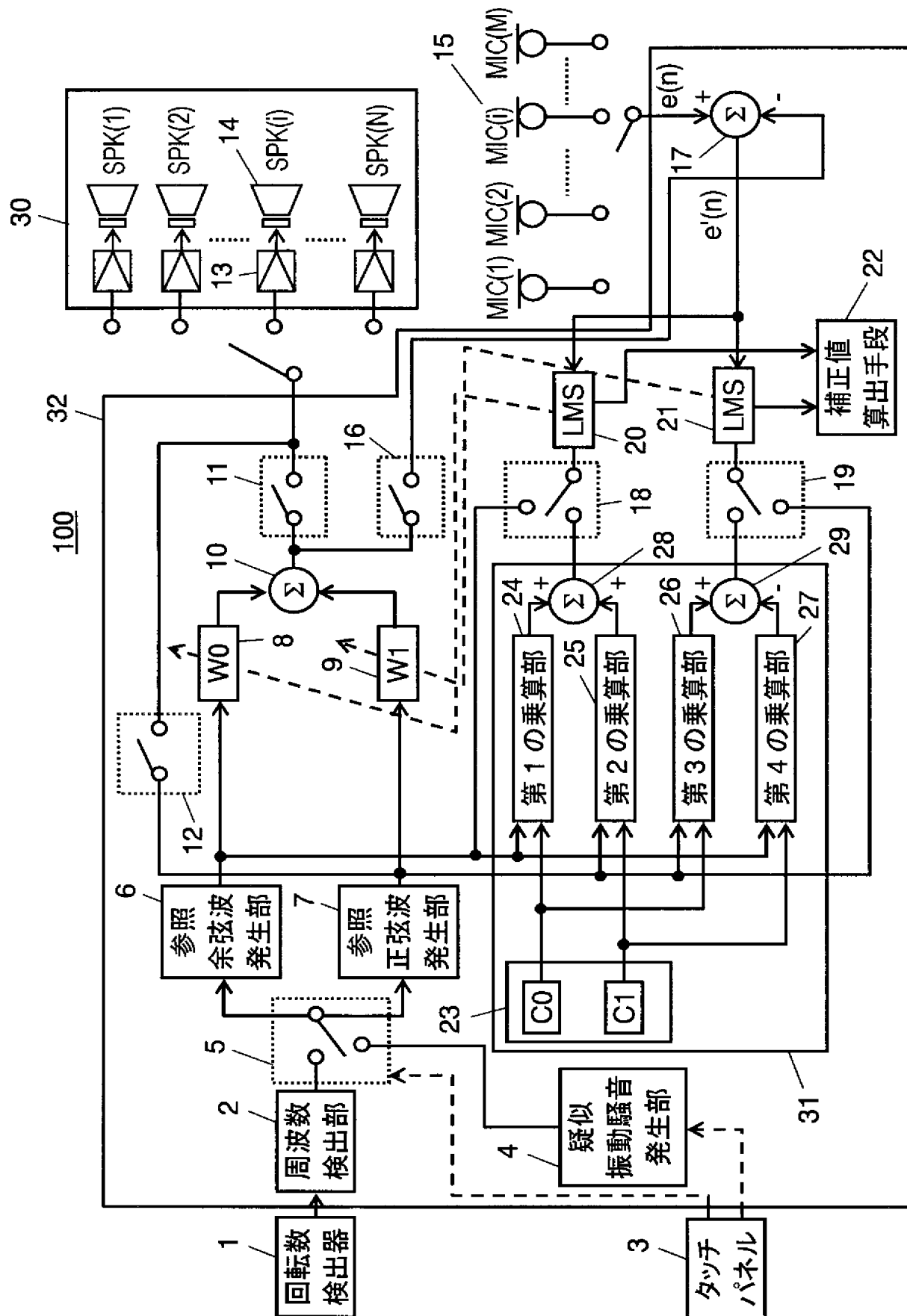
- [21] 測定モード時には、請求項2によって求めたフィルタ係数と、第2の補正部に適用する第2の補正值と、第3の補正部に適用する第3の補正值とから、振動騒音打消部から誤差信号検出部までの信号伝達特性中の利得特性値を算出するように構成された請求項20に記載の能動騒音低減装置。
- [22] 参照正弦波発生部から出力される参照正弦波信号または参照余弦波発生部から出力される参照余弦波信号を補正する第1の補正部と、第1の制御信号が入力される第7のスイッチ部と、第2の制御信号が入力される第8のスイッチ部と、測定モードが選択された場合は、前記第1の制御信号を補正し、補正された信号を前記第7のスイッチ部により第1の加算部に入力させるための第2の補正部と、前記第2の制御信号を補正し、補正された信号を前記第8のスイッチ部により第1の加算部に入力させるための第3の補正部を備えた請求項1に記載の能動騒音低減装置。
- [23] 測定モード時には、請求項2に記載のされた方法によって求めたフィルタ係数と、第1の補正部に適用する第1の補正值と、第2の補正部に適用する第2の補正值と、第3の補正部に適用する第3の補正值とから、振動騒音打消部から誤差信号検出部までの信号伝達特性中の利得特性値を算出するように構成された請求項22に記載の能動騒音低減装置。
- [24] 通常モード時には、請求項23に記載の方法によって算出した、振動騒音打消部から誤差信号検出部までの信号伝達特性中の利得特性値に基づいて、第1の加算部の出力信号を第4の補正部により補正するように構成された請求項1に記載の能動騒音低減装置。
- [25] 通常モード時には、請求項23に記載の方法によって算出した、振動騒音打消部から誤差信号検出部までの信号伝達特性中の利得特性値に基づいて、第1のフィルタ

係数更新部及び第2のフィルタ係数更新部に適用する所定のパラメータを補正するように構成された請求項1に記載の能動騒音低減装置。

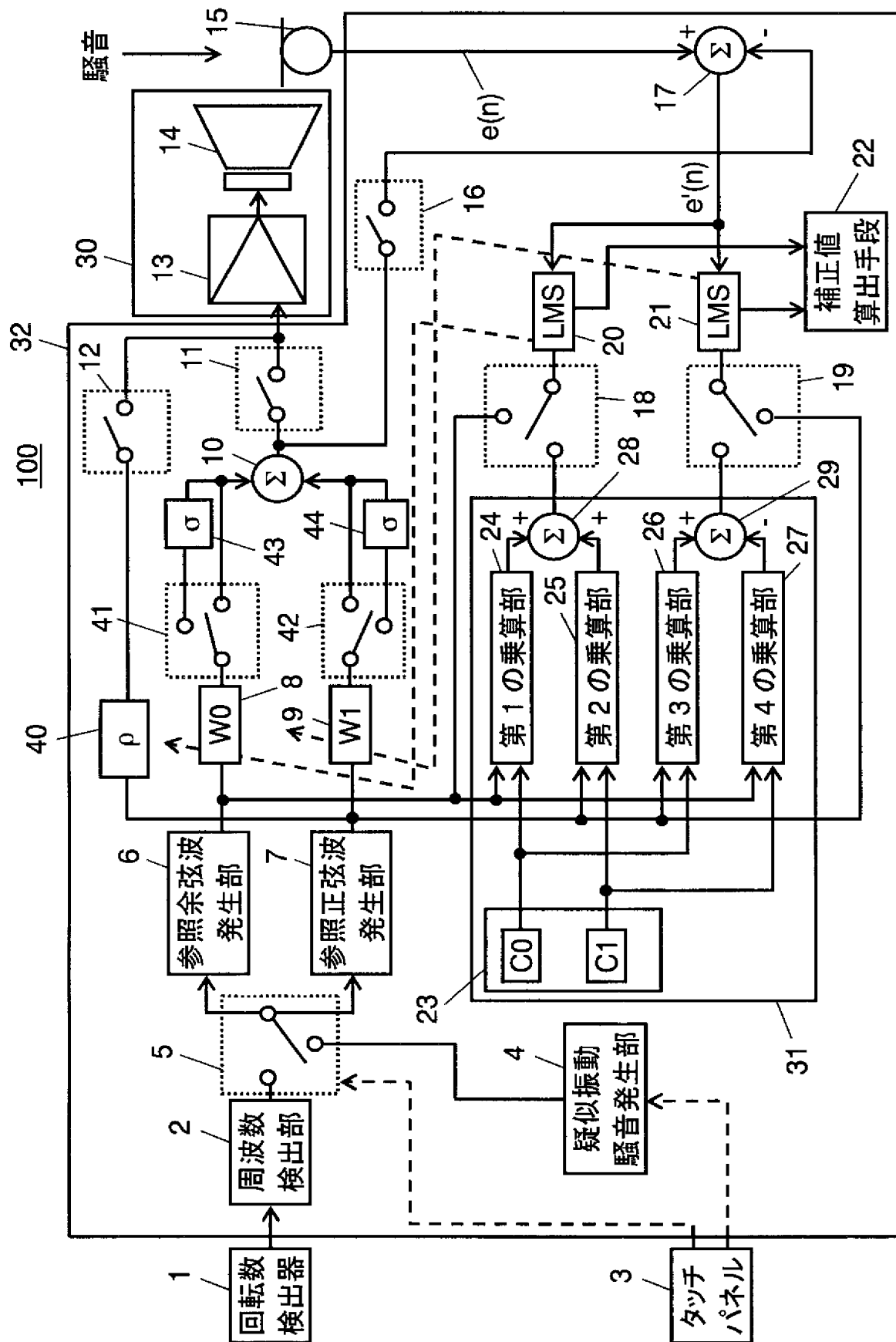
[図3]



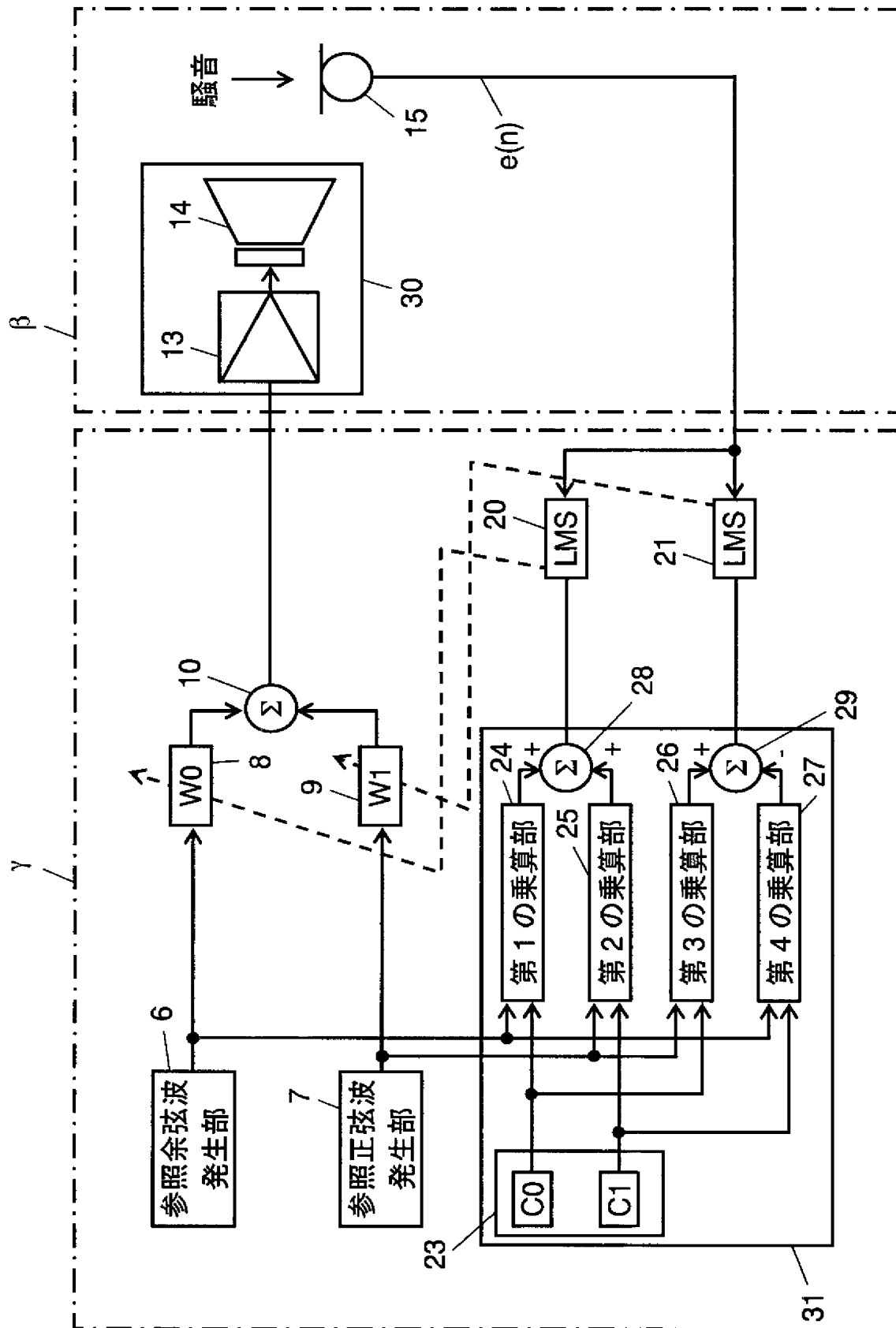
[図4]



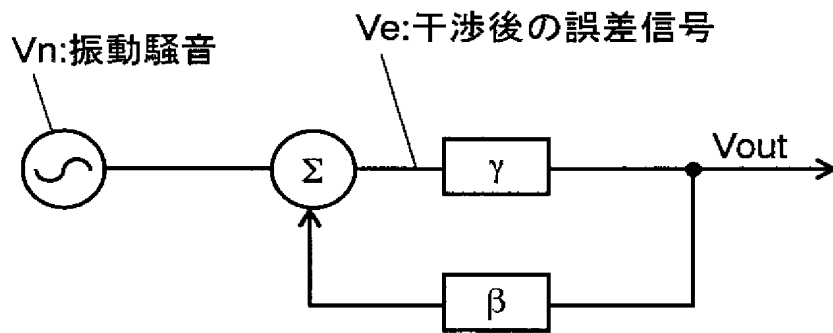
[図5]



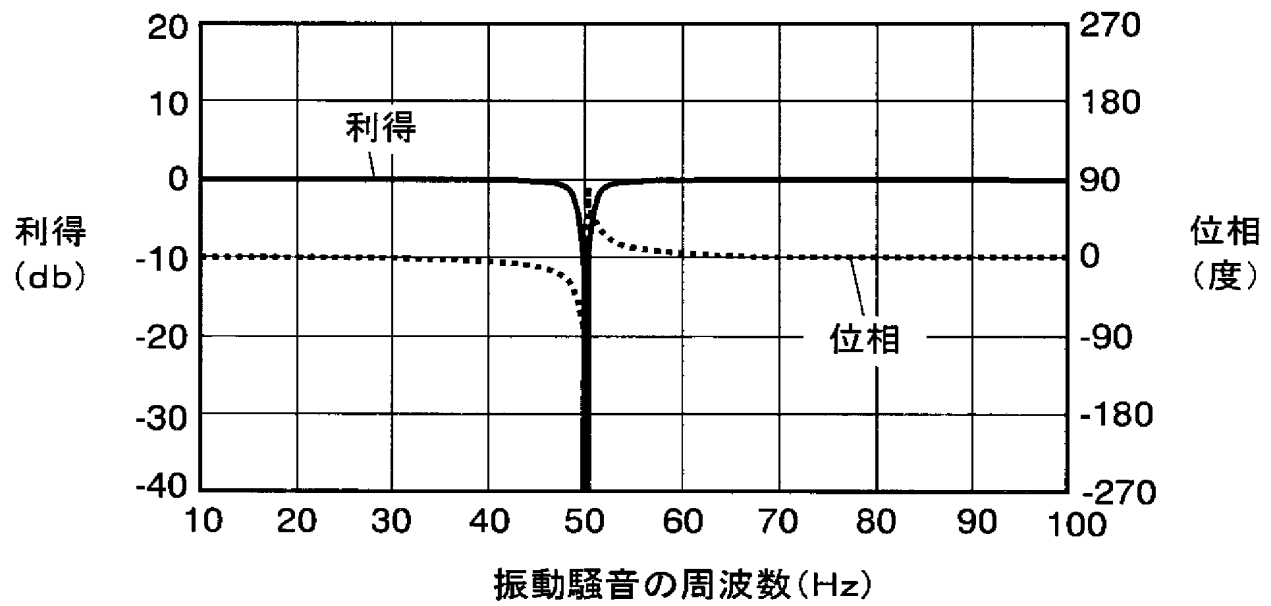
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/020407

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G10K11/178 (2006.01), **B60R11/02** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G10K11/178 (2006.01), **B60R11/02** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-99037 A (Honda Motor Co., Ltd.), 07 April, 2000 (07.04.00), (Family: none)	1-25
A	JP 2004-20714 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 January, 2004 (22.01.04), (Family: none)	1-25
A	JP 2624858 B (Toshiba Corp.), 11 April, 1997 (11.04.97), (Family: none)	1-25
A	JP 05-265468 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 15 October, 1993 (15.10.93), & US 5384853 A & DE 4308923 A	1-25

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 February, 2006 (22.02.06)Date of mailing of the international search report
07 March, 2006 (07.03.06)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/020407

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 06-118969 A (Isuzu Motors Ltd.), 28 April, 1994 (28.04.94), (Family: none)	1-25
A	JP 10-032891 A (Honda Motor Co., Ltd.), 03 February, 1998 (03.02.98), (Family: none)	1-25
A	JP 2003-165394 A (Kenwood Corp.), 10 June, 2003 (10.06.03), (Family: none)	1-25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G10K11/178(2006.01), B60R11/02(2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G10K11/178(2006.01), B60R11/02(2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-99037 A(本田技研工業株式会社)2000.04.07 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2004-20714 A(松下電器産業株式会社)2004.01.22 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2624858 B(株式会社東芝)1997.04.11 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 05-265468 A(日産自動車株式会社)1993.10.15 & US 5384853 A & DE 4308923 A	1-25
A	JP 06-118969 A(いすゞ自動車株式会社)1994.04.28 (ファミリーなし)	1-25

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.02.2006

国際調査報告の発送日

07.03.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

江嶋 清仁

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

5C

7928

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-032891 A(本田技研工業株式会社)1998.02.03 (ファミリーなし)	1 - 2 5
A	JP 2003-165394 A(株式会社ケンウッド)2003.06.10 (ファミリーなし)	1 - 2 5